NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. Albert de LAPPARENT.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DU BUREAU DES LONGITUDES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. Albert de LAPPARENT.

I.

DATES DE CARRIÈRE, DISTINCTIONS, RÉCOMPENSES.

1858. Entré le premier à l'École Polytechnique.

1860. Sorti le premier de l'École Polytechnique et, en cette qualité, lauréat du prix Laplace à l'Académie des Sciences. — Élève-ingénieur des mines.

1864. Sorti le premier de l'École des Mines.

1865. Attaché au service provisoire de la Carte géologique détaillée.

1867. Secrétaire de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, tenue à Paris, sous la présidence de d'Omalius d'Halloy, à l'occasion de l'Exposition universelle.

1868. Élu secrétaire de la Société géologique. — Décoré de l'ordre des saints Maurice et Lazare pour sa participation aux travaux des commissions

de l'Exposition. — Attaché définitivement au service de la Carte géologique.

1874. Nommé Chevalier de la Légion d'honneur.

1875. Autorisé à accepter la chaire de Géologie et de Minéralogie à la Faculté libre des Sciences de l'Université catholique de Paris.

1877. Membre des comités d'admission et d'installation de la classe 8 (enseignement supérieur) à l'Exposition universelle de 1878.

1878. Médaille à l'Exposition, en commun avec MM. Larousse et Potier, pour l'exploration géologique sous-marine du Pas-de-Calais.

1880. Président de la Société géologique de France. Chargé du Rapport d'ensemble à l'occasion du cinquantenaire de cette Société.

1883. Président du comité français de nomenclature stratigraphique, en vue du Congrès géologique de Berlin.

1884. Docteur *honoris causa* de l'Université de Louvain.

1885. Président de la Société française de Minéralogie. — Lauréat du prix Delesse, à l'Académie des Sciences. — Nommé, au Congrès de Berlin, représentant de la France dans la commission internationale de nomenclature géologique.

1887. Élu correspondant étranger de la Société géologique de Londres.

1888. Vice-président de la Société de Géographie. — Élu, au Congrès géologique de Londres, vice-président de la session. — Membre du comité d'admission de la classe 8 à l'Exposition universelle.

1889. Président de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, tenue à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle.

II.

TRAVAUX STRATIGRAPHIQUES.

Tyrol méridional.

Le premier travail géologique de M. de Lapparent a été publié en 1865, dans le tome VI de la 6e série des *Annales des Mines*. C'est un *Mémoire sur la constitution géologique du Tyrol méridional*, rédigé à la suite du voyage d'instruction que l'auteur avait exécuté, en 1863, en qualité d'élève-ingénieur de troisième année.

Cette région de la vallée de Fassa, qui depuis Léopold de Buch a constamment attiré l'attention des géologues, avait été en 1860 l'objet d'un important mémoire de M. le baron de Richthofen. Cependant ce travail n'épuisait pas la question, et M. de Lapparent trouva encore, aux environs de Predazzo, de nouveaux sujets d'étude.

Tout d'abord il eut l'occasion de préciser, plus étroitement qu'on ne l'avait encore fait, les caractères de la roche granitoïde du Monzoni (pour laquelle il proposa le nom de *monzonite*). Il montra que l'absence du quartz, l'abondance, jusque-là méconnue, du fer oxydulé et celle du feldspath plagioclase, faisaient de la monzonite un type relativement basique, en l'éloignant des granites syénitiques, dont l'avait rapprochée M. de Cotta. Mais surtout l'auteur s'est appliqué à définir les circonstances du contact de la roche éruptive avec le calcaire triasique. Il a mis hors de doute l'existence, parfois encore contestée à cette époque, de filons de la monzonite dans le calcaire, et précisé la nature du métamorphisme exercé sur ce dernier. Contrairement aux vues ultraplutoniennes de M. de Richthofen, l'action des phénomènes chimiques de la voie humide lui a paru absolument prépondérante, se traduisant, dans la zone de contact, par le développement de divers silicates où les éléments de la monzonite et ceux de la roche encaissante sont associés.

En même temps, l'auteur du Mémoire a insisté, avec une force particu-

lière, sur les raisons qui doivent faire considérer les curieuses dolomies de la région comme le résultat d'une transformation latérale des calcaires triasiques.

Pays de Bray.

En 1867, M. de Lapparent, attaché depuis deux ans, sous la direction d'Élie de Beaumont, au service provisoire de la Carte géologique détaillée, publiait, dans le Tome XXIV de la 2e série du *Bulletin de la Société géologique de France*, une première *Note sur la géologie du pays de Bray*. Appelé à suivre, lors de leur exécution, les travaux de la voie ferrée de Rouen à Amiens, il avait été en mesure de relever avec soin cette coupe si intéressante, où, pour la première fois, on pouvait étudier d'une manière continue la succession, alors mal connue, des formations argileuses et sableuses qui portent les bois et les herbages du Bray. On savait depuis longtemps que cette région, si différente par son aspect et son relief des pays crayeux qui l'enserrent, représentait une véritable boutonnière, ouverte par un effort de soulèvement à travers le plateau de craie, en sorte que, sur ses bords, affleurait toute la série des formations comprises entre la craie blanche inférieure et les lumachelles de l'étage kimméridien. Mais, si remarquables qu'eussent été les travaux antérieurs, notamment ceux d'Élie de Beaumont, de Graves et de Passy, il restait encore, faute de coupes naturelles et de carrières importantes, bien des incertitudes à l'égard de ce pays dépourvu de roches dures, et où le sous-sol se montrait si rarement à découvert. Un chemin de fer transversal, comme celui de Rouen à Amiens, pouvait seul éclaircir les points restés obscurs. Encore fallait-il se presser, la nature ébouleuse des tranchées exigeant presque partout un revêtement immédiat; si bien que l'explorateur du Bray en fut souvent réduit à saluer, comme une bonne fortune, des accidents survenus à la suite de fortes pluies, qui provoquaient l'éboulement partiel d'une paroi déjà gazonnée, permettant de revoir un instant une superposition qui avait été incomplètement observée.

C'est ainsi que l'auteur de la Note put, non seulement faire connaître les caractères géologiques et paléontologiques de la série sédimentaire du Bray, en particulier des assises portlandiennes, qui préparent le facies du bas Boulonnais; révéler l'existence, au sommet du gault, d'une *gaize* presque identique avec celle de l'Argonne, mais encore déterminer l'allure de la grande dislocation rectiligne, tantôt pli, tantôt faille, qui termine au nord-est le bombement de la contrée.

Depuis la publication de sa première Note, M. de Lapparent est revenu, à maintes reprises, dans cette région si instructive. C'est lui qui a été chargé d'en faire le relevé géologique détaillé, pour les feuilles de Beauvais, de Rouen et de Neufchâtel, en profitant de la construction des lignes ferrées de Beauvais à Gournay, ainsi que de Gournay à Dieppe, dont l'exécution a suivi celle du chemin de Rouen à Amiens. En même temps, il recueillait les éléments d'une description, dont la première partie a été publiée en 1873, à titre de spécimen type des *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France.* Cependant ce n'est qu'en 1879 que ce travail, portant pour titre *le Pays de Bray*, a reçu son complément ainsi que sa forme définitive, en devenant un Mémoire in-4°, avec carte géologique d'ensemble, au 320000ᵉ, planches gravées et dessins dans le texte.

L'auteur y a donné des soins tout particuliers à la description physique de la contrée. S'inspirant des exemples qu'avait laissés son illustre maître dans l'*Explication* de la Carte de France, notamment du beau chapitre sur les Vosges, il a cherché à pousser aussi loin que possible l'analyse de la topographie du Bray, afin de préparer le lecteur, en lui apprenant en quelque sorte à lire le paysage, aux déductions géologiques qui doivent donner la clef de ce mode spécial de relief. Mais ce qui constitue proprement la partie la plus originale de l'œuvre, c'est l'étude géométrique du bombement. L'auteur avait résolu de faire, en cette circonstance, de la *stratigraphie de précision*. Il n'avait pour cela qu'un moyen : c'était de choisir, entre deux formations, une couche mince, mieux définie que les autres, et de s'efforcer d'en représenter l'allure à l'aide de courbes de niveau, qui en feraient ressortir du premier coup d'œil les saillies et les dépressions.

La tâche eût été relativement facile, s'il avait existé pour la contrée des cartes hypsométriques à grande échelle, comme celles dont sont dotés les pays voisins, par exemple la Belgique. Malheureusement l'auteur n'avait à sa disposition que la Carte d'État-Major, incomplète et défectueuse à beaucoup d'égards, où presque toutes les routes nouvelles, ajoutées après coup, avaient été tracées de façon inexacte, et où les cotes d'altitude, très clairsemées, n'offraient pas des garanties suffisantes. Il entreprit de remédier lui-même aux défauts de la carte, à l'aide de cheminements à la boussole, parfois au sextant de poche. Quand il eut ainsi rectifié la position des routes, l'ambition lui vint d'y joindre un nivellement général, exécuté au moyen d'un petit niveau d'eau à main qui permettait (à la condition de n'opérer qu'à la montée) de se passer d'une mire et d'un aide, dont l'em-

ploi, dans ce pays de propriété très divisée, eût amené mille difficultés. Ce fut l'œuvre de nombreuses et fatigantes journées, que ce nivellement de tous les chemins et sentiers, dans une région longue d'une centaine de kilomètres, avec une largeur qui, par endroits, en dépasse quinze. Du moins l'opération, toujours appuyée sur les voies ferrées, donna-t-elle des résultats presque inespérés comme précision. En même temps, par les sujétions qu'elle imposait, en obligeant de passer partout, elle permettait de ne laisser inaperçue aucune circonstance géologique, si minime qu'elle fût.

De cette minutieuse exploration, M. de Lapparent finit par tirer les éléments de deux planches, où furent représentées, en courbes de niveau, la base de la craie glauconieuse et la surface supérieure de l'argile bleue dite *portlandienne*. Ces deux formations avaient été déterminées directement dans tous les points où elles affleuraient. Là où, par suite de l'érosion, elles faisaient défaut, on les avait restituées en tenant compte, d'après les données les plus proches, de l'épaisseur du massif qui les eût séparées d'une couche inférieure réellement observée. L'allure de ces courbes révéla diverses circonstances très caractéristiques qui, avec un autre mode de procéder, eussent complètement échappé à l'observation.

La détermination si délicate de l'*âge du soulèvement* avait été abordée par l'auteur, dès 1872, dans deux Notes insérées, l'une aux *Comptes rendus*, l'autre au *Bulletin de la Société géologique de France*. On y faisait voir que la dislocation terminale du Bray s'était produite après le dépôt du calcaire grossier supérieur, qu'elle avait très nettement dérangé de l'horizontalité. On y montrait aussi que la vallée de la Seine représentait une ligne d'accidents alignés parallèlement au Bray, dont elle formait en quelque sorte la contre-partie atténuée; de telle manière que les deux dislocations ensemble limitaient un même voussoir soulevé de l'écorce terrestre. Plus tard, M. de Lapparent fut conduit à admettre que le principal effort de ridement avait dû se produire entre la formation du lac de Saint-Ouen et celle des dépôts gypseux, sans méconnaître pour cela la possibilité de mouvements, les uns préparatoires, de date plus ancienne, les autres, postérieurs, simples échos du passé. Car l'expérience l'a de plus en plus confirmé dans cette idée, que les mouvements de l'écorce terrestre sont de longue haleine et peuvent se poursuivre à travers plusieurs périodes successives.

Observations diverses sur le bassin de Paris.

A diverses reprises, l'accomplissement de ses fonctions d'attaché au service de la Carte géologique a fourni à M. de Lapparent l'occasion de signaler des faits stratigraphiques nouveaux. C'est ainsi qu'en 1868 il définissait quelques gisements du *crétacé inférieur*, reconnus par lui sur la bordure septentrionale du bassin de Paris ([1]), et qu'en 1871 il insistait sur le développement que prennent, dans le Laonnois, sur le bord extrême du bassin ([2]), les *sables* représentatifs de l'*argile plastique*. A cette occasion, il affirmait à nouveau, contre des autorités respectées, la place qu'occupent les *sables de Rilly* au-dessus et non au-dessous de l'horizon de la glauconie inférieure, place qui avait fait antérieurement l'objet d'une longue discussion, qu'on peut aujourd'hui considérer comme close.

Mais l'observation la plus intéressante à laquelle il ait été conduit est celle qui concerne les lambeaux de sables éocènes dans le Vermandois et le Cambrésis ([3]). Il arrive parfois qu'au milieu de ces plaines monotones, toutes de craie et de limon, on se trouve en présence d'une carrière de sable blanc, entouré de craie de tous côtés, et présentant néanmoins tous les caractères des sables supérieurs de l'argile plastique, bien que ce sable occupe un niveau très inférieur à celui de la glauconie suessonienne qui couronne les hauteurs. Ces dépôts de sables n'étaient pas inconnus; mais personne n'avait songé à en suspecter l'allure et on admettait qu'ils avaient dû se former tels quels. M. de Lapparent finit par en trouver un, à La Terrière, au milieu duquel des couches minces d'une argile ligniteuse étaient ployées en forme de V assez aigu. Il en vit d'autres, où, sur les bords de la poche, des bancs inclinés de glauconie suessonienne marine se laissaient encore voir entre le sable et la craie. Il acquit ainsi la preuve que ces gisements résultaient d'*effondrements*, par suite desquels une couverture autrefois continue de dépôts éocènes horizontaux s'était, par places, abîmée dans des poches de la craie sous-jacente, poches créées sans nul doute par l'élargissement de fissures préexistantes. De cette manière, quelques amas se sont trouvés préservés, par leur chute, de la destruction qui atteignait

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXV, p. 284.
([2]) *Ibid.*, 2e série, t. XXIX, p. 82.
([3]) *Ibid.*, 3e série, t. III, p. 134.

presque partout le reste de l'étage, et cela au grand bénéfice d'une région qui, sans cet accident, eût été entièrement dépourvue de sable grenu.

Après avoir soulevé, au début, quelques contradictions, cette conception nouvelle des effondrements éocènes a fini par être partout acceptée. L'auteur l'a d'ailleurs reliée au phénomène des *argiles à silex*, qui, elles aussi, résultent de la dissolution de la craie, et où bien souvent le centre des poches est occupé par un paquet de grès ou de sables éocènes, effondrés de la même façon que les précédents.

Cotentin.

M. de Lapparent ayant accepté en 1876, de concert avec M. Potier, la mission de terminer la Carte géologique de la Manche, après le décès de M. Vieillard, son attention se porta principalement sur le bassin silurien de Mortain ([1]), dont la stratigraphie était demeurée assez énigmatique, bien que Dalimier eût défini avec exactitude les termes de la série primaire dans le Cotentin. Il parvint à débrouiller le système de failles en échelons qui découpe en lambeaux le grès armoricain et les schistes à calymènes autour de Mortain. En même temps il étudia en détail, en vue de la feuille d'Avranches, le contact du granite et des schistes macliferes.

A cette occasion, après avoir montré, le premier, que le rocher du Mont Saint-Michel était formé de granite à mica blanc (granulite des auteurs français modernes), il fit valoir ([2]) les arguments qui lui semblaient propres à démontrer que le granite commun, du type de Vire, avait fait éruption à travers les phyllades de Saint-Lô, antérieurement au dépôt des poudingues qui forment la base du grès à bilobites. Cette conclusion ne paraît plus aujourd'hui contestée.

Ile de Jersey.

L'île de Jersey renferme une importante série de roches porphyriques. Ayant reçu une collection de cette île, M. de Lapparent fit connaître, en 1884 ([3]), le développement tout à fait exceptionnel qu'y prennent les pyromérides. Mais, n'ayant sur le gisement que des renseignements incom-

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. V, p. 569.
([2]) *Ibid.*, 3e série, t. VI, p. 143.
([3]) *Ibid.*, 3e série, t. XII, p. 284.

plets, il avait cru devoir attribuer la sortie de ces roches à l'époque permienne. Depuis, un voyage dans l'île [1] l'a convaincu que ces épanchements étaient bien, comme l'avaient soupçonné les géologues anglais, d'âge cambrien inférieur. Il a reconnu de plus leur intime liaison avec des brèches et des tufs dont la constitution pétrographique est du plus haut intérêt.

Exploration géologique sous-marine du pas de Calais.

L'exploration sous-marine du détroit du pas de Calais constitue la phase la plus originale et la plus personnelle de la carrière géologique de M. de Lapparent.

A la suite de l'Exposition universelle de 1867, un comité anglo-français avait soumis au Gouvernement un projet de tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre. L'examen de ce projet fut confié, en 1869, à une Commission spéciale, dont M. de Lapparent fut nommé secrétaire et rapporteur. Plus tard la question revint à deux reprises devant la même Commission; mais elle ne prit une tournure décisive qu'en 1874, époque où le Gouvernement fut saisi d'une demande régulière de concession éventuelle. Disposée à accorder cette faveur, la Commission sentait la nécessité de la subordonner à l'exécution de certains travaux préalables, propres à édifier sur la possibilité de l'entreprise. On était d'accord que cette dernière ne serait praticable que si le percement pouvait être constamment maintenu dans la couche du cénomanien dite *craie grise*, assez tendre pour se laisser facilement entamer, assez imperméable pour ne pas livrer passage aux eaux. Mais cette couche existait-elle partout? Ne subissait-elle pas des interruptions ou des coudes trop brusques? C'est ce qu'il importait d'éclaircir. Or, à cet égard, ni les commissaires, ni les demandeurs ne réussissaient à formuler un plan acceptable, en dehors du fonçage d'un puits sur la côte, pour en faire le point de départ d'une galerie sous-marine d'essai, et de la continuation des coups de sonde, par lesquels Sir John Hawkshaw avait démontré que, selon toute vraisemblance, les mêmes assises géologiques, concordantes d'ailleurs sur les falaises des deux rives, devaient se poursuivre sous le détroit.

Dans cette perplexité, M. de Lapparent eut l'idée de combiner la reprise systématique des sondages en mer avec un relevé hydrographique de préci-

[1] *Comptes rendus*, t. CXI, p. 542.

sion. Il fit remarquer que les bandes d'affleurement des couches n'étaient autre chose que les traces de l'intersection de ces dernières avec une surface topographique facile à définir, à savoir la surface du fond de la mer.

Or, pour toute personne tant soit peu familière avec la géométrie, l'intersection de deux surfaces, dont l'une est parfaitement connue, renseigne immédiatement, par son allure, sur la nature de la seconde. Donc, une fois que la topographie du fond de la mer aurait été bien définie, à supposer que le tube vissé au bout du plomb de sonde eût rapporté un nombre d'échantillons suffisant pour rendre possible la détermination des couches et, par suite, le tracé de leurs lignes d'affleurement, l'allure de ces dernières, par leurs inflexions plus ou moins brusques, permettrait de reconnaître, du premier coup d'œil, s'il y avait des plis ou des failles, et même d'en mesurer l'amplitude.

Ayant été précédemment attaché à l'exploration géologique détaillée du bas Boulonnais, le secrétaire de la Commission avait appris à connaître, à la base de la falaise du cap Blanc-Nez, la mince couche de craie, piquetée de grains verts, dite *craie glauconieuse*, qui partout sépare l'argile bleue du *gault* des marnes crayeuses *cénomaniennes*. Il savait qu'une fois, lors des quelques coups de sonde donnés par Sir J. Hawkshaw, un échantillon de cette craie piquetée avait été ramené au jour et il suffisait que cette bonne chance se répétât sur plusieurs lignes parallèles à la côte, pour qu'on en pût déduire un tracé précis; d'ailleurs la différence de nature des argiles du gault et des marnes crayeuses était assez sensible pour que, même en l'absence d'un échantillon de craie glauconieuse, le parcours de cette assise pût être indiqué approximativement, entre deux coups de sonde ayant ramené, l'un de l'argile, l'autre de la marne.

Immédiatement accueillie par les intéressés, cette idée, que M. de Lapparent développa dans son Rapport, inséré aux *Annales des Ponts et Chaussées* et accepté sans réserve par M. de Franqueville, servit de base à la rédaction du projet de concession. Alors, pendant que le gouvernement français envoyait l'auteur du Rapport négocier en Angleterre, en compagnie de MM. Kleitz et Gavard, les bases d'une entente avec les commissaires britanniques du *Board of trade* et du *Foreign Office*, la Compagnie lui demanda de se charger de la conduite des opérations, en lui laissant le choix des géologues qu'il lui conviendrait de s'adjoindre comme collaborateurs. C'est ainsi qu'il fut fait appel au concours de M. Potier, tandis que la Compagnie désignait M. Larousse pour la direction du travail hydrographique, si important puisque tout reposait sur la connaissance exacte de la place sur laquelle

porteraient les coups de sonde, ainsi que la profondeur afférente à chacun d'eux.

M. de Lapparent s'est souvent plu à proclamer la part si utile, et vraiment prépondérante, que son éminent collègue et ami M. Potier a prise au travail d'interprétation du résultat des sondages, travail dont lui-même avait plus d'une fois suivi l'exécution, à bord des bâtiments frétés par la Compagnie, pendant les étés de 1875 et de 1876. Mais il n'en revendique que plus nettement la paternité de l'idée, grâce à laquelle la géologie, en intervenant à peu de frais, et d'une façon décisive, au début d'une entreprise dont l'issue inspirait de grands doutes, a remporté, il est permis de le dire, un succès exceptionnel, par la preuve qu'elle a fournie de la sûreté de ses méthodes.

Le Rapport de MM. Larousse, Potier et de Lapparent a été publié par l'Association française du tunnel sous-marin, avec un ensemble de cartes, de coupes et de plans-reliefs qui ont figuré aux Expositions universelles de 1878 et de 1889. On rappellera seulement ici que, sur sept mille coups de sonde, près de trois mille avaient rapporté des échantillons déterminables du fond. Ainsi le tracé des lignes a pu être établi sur des données certaines, alors qu'au début de l'opération l'entreprise paraissait si aléatoire aux concessionnaires que, sans l'insistance formelle de M. de Lapparent, ils eussent demandé à laisser de côté cette partie de leur programme.

III.

RECHERCHES THÉORIQUES.

Études sur les dislocations du globe.

En 1884 commençait la publication d'un Ouvrage qui, dès son apparition, fit une sensation considérable, l'*Antlitz der Erde* de M. Suess. Le savant professeur de Vienne y posait en principe que les soulèvements ne sont que des phénomènes accessoires et subordonnés, tandis que la règle des dislocations de l'écorce terrestre serait l'*effondrement* en masse de compartiments entiers, glissant, sous le seul effort de la pesanteur, le long de cassures préexistantes.

M. de Lapparent, dans une controverse qui a fait quelque bruit (1), s'est résolument attaqué à cette doctrine. Il l'a fait d'abord en se maintenant sur le terrain de l'observation, s'attachant à prouver que tous les effondrements linéaires observés occupaient l'axe de plis anticlinaux et, par conséquent, résultaient de la chute d'une clef de voûte ; puis montrant que, dans le bassin de Paris, à travers un nombre considérable de périodes géologiques successives, le niveau de la mer, bien indiqué par de minces dépôts de rivage, avait gardé une fixité presque absolue, incompatible avec les énormes chutes verticales admises en d'autres contrées par M. Suess.

Ensuite, abordant la question théorique du refroidissement et de la contraction de l'écorce, M. de Lapparent a montré (2) que notre globe pouvait difficilement perdre plus d'un demi-degré par million d'années, et que la contraction résultante était tout à fait insuffisante pour répondre aux exigences de la doctrine des effondrements. Il a fait voir ensuite quelle erreur on commettait en cherchant à apprécier la diminution du rayon terrestre d'après l'état de plissement de certaines régions, comme si ces

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XV, p. 215.
(2) *Ibid.*, 3e série, t. XV, p. 383.

parties plissées étaient autre chose que des lambeaux, appelés de droite et de gauche, lors de leur chute, entre deux cassures et soumis ensuite à une énergique compression.

Ainsi la compression latérale demeurerait le facteur principal des dislocations de l'écorce, faisant naître ici des lignes de relief, là des dépressions; et si la croûte se rapproche en masse du centre, il pourrait très bien se faire que parfois la tête des plis principaux s'en éloignât, en sorte qu'il y aurait soulèvement, non seulement *relatif*, mais encore absolu.

Dans un travail ultérieur ([1]), l'auteur a tiré de nouveaux arguments de la situation des lambeaux lacustres de la Limagne et du Plateau central, dont l'altitude, progressivement croissante jusqu'à 1000^{m}, ne se concilie avec un effondrement que si l'on y fait participer le sol entier de la France, en imaginant, de plus, que la mer se soit abaissée juste dans la même mesure que la terre ferme. Il a fait ressortir ensuite combien la conception de l'effort latéral de plissement, localisé au voisinage de la surface, est d'accord avec les vues théoriques récentes de MM. Darwin et Davison sur le refroidissement progressif d'une sphère primitivement fluide.

A ce propos, M. de Lapparent croit devoir rappeler qu'il a été le premier, en France, à affirmer l'origine terrestre du fer natif d'Ovifak au Groënland. Le 5 février 1872, la découverte de Nordenskjöld ayant été communiquée par M. Hébert à la Société géologique de France, et tout le monde acceptant sans réserve la nature météorique de ce fer natif, admise par l'illustre savant suédois, M. de Lapparent ne craignit pas de faire insérer dans le *Bulletin* ([2]) la déclaration suivante :

« M. de Lapparent ne partage pas cette opinion; il lui paraît beaucoup plus probable que le fer natif est venu au jour avec les roches basiques, au milieu desquelles il est tout naturel de le rencontrer. »

Quelques années après, cette thèse avait cause gagnée. Celui qui l'a soutenue le premier, au moins dans notre pays, saisit ici l'occasion d'en revendiquer la priorité.

Origine du limon et du loess.

L'origine du *limon des plateaux* et du *loess* ne pouvait manquer de préoccuper un géologue qui avait si souvent parcouru, pour son service, les

([1]) Inséré dans la *Revue des questions scientifiques* de Bruxelles, 1889.
([2]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2ᵉ série, t. XXIX, p. 172.

plaines limoneuses du bassin de Paris. A cette époque, les uns, à la suite d'Élie de Beaumont, admettaient que le limon avait été déposé lors d'un grand cataclysme *diluvien*, antérieur au creusement des vallées; d'autres en faisaient une *boue glaciaire;* quelques-uns tenaient, avec Belgrand, pour une *alluvion de débordement* de grands fleuves; enfin plusieurs acceptaient la théorie *éolienne* de M. de Richthofen, donnant la prépondérance au transport des poussières par le vent.

M. de Lapparent avait toujours répugné à ces explications, dont chacune lui semblait se heurter à d'insurmontables objections de fait. Frappé de la couleur et de l'état d'oxydation du limon, il s'était rallié de bonne heure à l'idée que ce produit ne pouvait être qu'une *boue de ruissellement*, déposée à l'air libre par les eaux pluviales, Mais, si l'on réfléchissait aux immenses surfaces plates que recouvre parfois le limon, une difficulté grave se posait. D'où fallait-il faire dériver les matières meubles ainsi étalées par les pluies? Sur quelles pentes avaient-elles pu couler?

En explorant les plaines du Valois, M. de Lapparent fut frappé de voir que le limon était toujours sensiblement plus sableux, soit sur les plateaux de calcaire grossier, au voisinage des mamelons de sable de Beauchamp, soit sur les plaines de calcaire lacustre, à proximité des collines de sables oligocènes. La même relation lui parut évidente en Picardie, auprès des gisements de sables de l'argile plastique, au nord de Saint-Quentin. Ce fut pour lui un trait de lumière. Il eut alors l'idée de rechercher comment se distribuaient géographiquement les dépôts de limon, et il vit que tous jalonnaient, pour ainsi dire, la place autrefois occupée par des dépôts tertiaires, presque partout enlevés par une érosion, poursuivie depuis l'assèchement du lac de la Beauce, et qui avait généralement pénétré jusqu'à la craie. En particulier, il reconnut que l'épaisseur du limon atteignait son maximum juste sur le passage de l'ancien bras de mer qui reliait le bassin tertiaire de Paris à celui de la Belgique ([1]), et où l'on sait que les sédiments affectaient, d'une façon toute spéciale, la forme de sables argileux à grain fin, éminemment propres à une transformation progressive en boue jaunâtre.

C'est ainsi que s'établit chez M. de Lapparent la conviction que le limon représentait *le résidu des formations meubles* détruites par une longue érosion; ce résidu avait dû demeurer sur place, à toutes les époques et spécialement lors de la stagnation des eaux pluviales quaternaires, sur les parties plates comme dans les remous. Et parce que beaucoup de roches

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XIII, p. 456.

peuvent aussi, par altération, donner un produit boueux semblable, on s'explique que des paquets de loess puissent être observés dans des conditions géologiques très diverses, par exemple au pied des affleurements de micaschistes pourris du Plateau Central, comme sur la tête des calcaires sableux du lias ardennais.

Cette manière de voir qui (sans exclure absolument, mais alors à titre exceptionnel, la première origine éolienne de certains dépôts de loess) fait la part principale au ruissellement pluvial, a été pleinement adoptée par quelques-uns des géologues qui se sont récemment occupés avec le plus de suite des formations quaternaires ([1]).

Genèse des roches éruptives.

M. de Lapparent, persuadé, à l'exemple d'Élie de Beaumont et de la plupart des géologues français, que certains agents chimiques, dits *minéralisateurs*, avaient dû jouer un rôle important dans la cristallisation des roches éruptives, s'est attaché à recueillir des preuves en faveur de cette conception. Il a cru ([2]) en trouver une d'assez grande valeur dans le fait, que toutes les roches éruptives modernes du type *acide*, c'est-à-dire riches en silice et pour cela plus difficiles à fondre, se montrent accompagnées d'émanations solfatariennes, c'est-à-dire de gaz et de vapeurs d'une incontestable activité chimique.

Par opposition avec ceux qui veulent voir, dans les roches éruptives, le produit d'une fusion ultérieure d'anciens sédiments, il a fait valoir ([3]) que toutes les réactions actuelles qui se passent dans les profondeurs de l'écorce terrestre s'opèrent visiblement dans un milieu réducteur; et comme les roches acides, telles que les granites, ont leurs éléments portés à un haut degré d'oxydation, cet état doit être considéré comme primordial et dû à la composition même du magma superficiel qui les a engendrées.

([1]) *Voir* notamment M. Boule, *Histoire paléontologique de l'homme*.
([2]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 149.
([3]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 369.

IV.

TRAVAUX DIDACTIQUES.

Revue de Géologie.

A peine sorti de l'École des Mines, M. de Lapparent se voyait choisi par Delesse pour succéder à M. Laugel dans la rédaction de la *Revue de Géologie*, insérée chaque année dans les *Annales des Mines*. Ce recueil avait été fondé en 1862, dans le but d'initier régulièrement les ingénieurs aux progrès de la science, surtout à l'étranger, non par une suite d'extraits se succédant sans ordre, mais par une sorte d'inventaire méthodique des conquêtes accomplies dans chacun des chapitres de la Géologie. Delesse avait apporté, dans l'accomplissement de cette tâche, avec sa compétence et sa conscience habituelles, un remarquable esprit de coordination, auquel il n'eut pas de peine à associer son jeune collaborateur. De 1865 à 1880, celui-ci, plus spécialement chargé de la partie stratigraphique, seconda de son mieux le fondateur de la Revue, coopérant ainsi pour sa moitié, sans autre avantage que la satisfaction du service rendu, à la publication de *treize* volumes, chacun de 250 à 300 pages. En 1880, la maladie de l'un des auteurs et le changement survenu dans la situation officielle de l'autre déterminèrent la suppression de la Revue. Du moins l'utilité en avait été hautement appréciée de tous les hommes compétents et le collaborateur de Delesse, en même temps qu'il s'y accoutumait à consulter couramment les publications allemandes et anglaises, y recueillait un grand nombre d'informations qui devaient plus tard lui être d'un grand secours pour son enseignement.

Traité de Géologie.

Le *Traité de Géologie* a été publié, par fascicules successifs, en 1881 et 1882, alors que l'auteur en était à sa sixième année de professorat. A la fin de 1882, l'ouvrage était complet et formait un volume in-8° de près de treize

cents pages, où toutes les questions que soulève la Géologie étaient abordées avec plus de détails et en même temps dans un esprit plus marqué de généralisation qu'on ne l'avait encore fait dans aucun manuel français ou anglais. L'auteur avait apporté un soin tout particulier au choix de la méthode d'exposition, cherchant à unir la plus grande clarté possible avec l'enchaînement logique des faits et des déductions. En outre, pour plus de sûreté, il avait exécuté lui-même un grand nombre de dessins.

L'accueil fait à ce livre, qui comblait dans la littérature scientifique de notre pays une lacune vivement sentie, fut tel qu'au mois de juillet 1885 une seconde édition était devenue nécessaire. L'auteur s'y était préparé d'ailleurs dès le premier moment. Sachant mieux que personne tout ce qu'il avait dû laisser d'imperfections dans une œuvre qui touchait à tant de choses et remuait une aussi grande masse de connaissances diverses, il avait accumulé, au fur et à mesure de l'apparition des fascicules, les additions et les rectifications. Avec le temps, d'ailleurs, une vue plus nette des questions de stratigraphie lui permettait de donner, en quelque sorte, plus d'air aux Chapitres correspondants, en substituant le plus possible des résumés qu'on pourrait appeler paléo-historiques à de sèches énumérations de coupes de détail. De cette façon la seconde édition, enrichie de plus de deux cents pages et revue jusque dans les moindres traits, avait presque le droit de passer pour un ouvrage nouveau.

A l'heure qu'il est, environ *sept mille* exemplaires du *Traité de Géologie* sont en circulation dans le monde. Plus de la moitié a pris le chemin de l'étranger. En Belgique, en Russie, en Italie, en Espagne, dans l'Amérique centrale et méridionale, etc., l'Ouvrage a réussi à conquérir de lui-même, et sans aucun appui, la place des manuels allemands qui, jusqu'alors, avaient été en possession à peu près exclusive de l'enseignement supérieur.

Sous son apparence didactique, le *Traité* renferme un assez bon nombre de travaux personnels à l'auteur. Tel est, par exemple, le Chapitre relatif aux lois du *relief terrestre*. M. de Lapparent, en rédigeant ce Chapitre, avait été frappé de voir que les chiffres habituellement acceptés pour exprimer la valeur du relief étaient toujours empruntés à d'anciennes observations de Humboldt, fixant à 305^{m} l'altitude moyenne des continents; à peine si l'on commençait à parler d'une évaluation récente de M. Krümmel, qui portait cette altitude à 444^{m}.

Pour s'éclairer, l'auteur du *Traité* ne recula pas devant un calcul direct, fondé sur l'utilisation de toutes les cartes hypsométriques déjà publiées et sur l'estimation, faite par un procédé assez sûr bien que rapide, de la surface

occupée par chaque zone comprise entre deux courbes. Il trouva de cette manière des chiffres beaucoup plus forts que ceux qui avaient cours, et sa conclusion fut que *l'altitude moyenne de la terre ferme, certainement supérieure à cinq cents mètres, est beaucoup plus probablement voisine de six cents.*

Cette évaluation, que l'auteur n'énonçait qu'avec une certaine appréhension, il eut la satisfaction de la voir remarquée et immédiatement acceptée par les géographes allemands, notamment MM. Supan et Penck; même, loin de la trouver excessive, ces savants se livrèrent, comme faisaient de leur côté, en Écosse, M. John Murray, en Russie, M. de Tillo, à des travaux de plus grande précision, qui tous finirent par aboutir aux environs du chiffre de *sept cents mètres*. Le *Traité de Géologie* a donc été le point de départ d'un progrès sérieux dans la connaissance du relief continental.

Quant aux lois de ce relief, l'auteur revendique le mérite d'avoir mis en pleine lumière cette dyssymétrie des versants qui en est le caractère fondamental, et qui accuse si bien l'effort latéral de plissement. Il a également précisé la loi antérieurement formulée par Guyot et Dana, relativement à la situation littorale des chaînes de montagnes. D'après cette loi, les continents devaient avoir un intérieur relativement plat, et des bords montagneux, d'autant plus élevés qu'ils faisaient face à une mer plus étendue. Mais la loi était en défaut pour beaucoup de chaînes, telles que les Pyrénées, l'Oural, même en partie les Alpes. L'auteur du *Traité de Géologie* a montré que la formule devenait exacte pour toutes les chaînes, si on l'appliquait, non à l'époque actuelle, mais à celle du principal effort de soulèvement, en reconstituant par la pensée les mers qui, à ce moment, baignaient le pied des montagnes nouvellement formées, occupant alors une dépression complémentaire de la saillie montagneuse.

La *géothermique*, où les observations de température des grands sondages et des tunnels ont été soumises à une discussion très approfondie; la *classification des roches éruptives;* l'exposé des circonstances caractéristiques du *terrain primitif;* la stratigraphie du *jurassique supérieur*, où l'auteur, prenant nettement parti dans un débat encore pendant, n'a pas craint d'énoncer la proposition, que les couches de Berrias étaient l'équivalent marin de celles de Purbeck; l'histoire si compliquée des *phénomènes quaternaires*, ont tour à tour fourni l'occasion de considérations nouvelles et personnelles. C'est ainsi que M. de Lapparent croit avoir rendu un réel service en accueillant, pour la généraliser, l'idée émise en Angleterre par M. Searles Wood, à l'effet d'expliquer la formation du *limon rouge* à cailloux anguleux, par les alternatives de gel et de dégel que devait subir la surface du sol, alors constam-

ment gelé à une certaine profondeur. Il a étendu à la terre rouge des cavernes cette ingénieuse explication, qui rend compte, mieux qu'une autre, et de la rubéfaction de ce qu'on a nommé le *diluvium rouge*, et de la patine qu'y ont prise les éclats de silex, et de leur lente pénétration à la base de ce limon, qui semble raviner irrégulièrement les couches sous-jacentes.

L'auteur attache une importance spéciale à la façon dont il a présenté la théorie des *gîtes métallifères*. Habitué à considérer la *Note sur les émanations volcaniques et métallifères* d'Élie de Beaumont comme l'un des plus beaux travaux qui soient jamais sortis de la plume d'un géologue, il n'a pas hésité, malgré les théories allemandes sur la sécrétion latérale, à reconnaître, dans chaque filon, une formation *solfatarienne*, consécutive d'une éruption déterminée, et influencée dans son résultat, à la fois par la nature des roches encaissantes et par la lutte des émissions thermales avec les eaux douces ou salées de la surface. La connaissance qu'il a eue de diverses collections remarquables de minerais d'or, jointe à une expérience personnelle fondée sur la visite de mines métalliques, l'a conduit à formuler le premier cette conclusion, que *les gîtes d'or natif peuvent être considérés comme le chapeau de fer des filons de pyrite aurifère*, l'or s'étant précipité à l'état métallique dans des conditions où d'autres métaux auraient pris la forme d'oxydes, de chlorures ou de phosphates.

La discussion des *phénomènes orogéniques* représente aussi un travail considérable, et où l'auteur ne s'est nullement borné au rôle de compilateur ou de simple critique, pas plus d'ailleurs qu'il ne l'avait fait dans l'examen des théories relatives au *volcanisme*.

Dans le cours de son œuvre, M. de Lapparent a saisi les occasions qui se présentaient, de populariser un certain nombre de conceptions encore peu répandues, à l'égard desquelles sa conviction s'était formée de bonne heure, telles que : la doctrine de la *condensation progressive du Soleil*, émise par le D[r] Blandet; la théorie de la *formation de la houille* par transport, si bien établie par M. Fayol, et dont l'auteur du *Traité* a fait voir que l'application aux grands bassins du Nord, loin de soulever des difficultés spéciales, expliquait au contraire plusieurs circonstances propres à ces bassins; enfin les vues de M. J. Murray, en opposition avec celles de Darwin, sur la formation des *récifs coralliens*.

Il croit pouvoir ajouter que la première Partie du *Traité*, consacrée aux *phénomènes actuels*, aurait presque le droit, par les développements qu'elle a reçus, de passer pour un cours à peu près complet de *Géophysique*. On lui permettra de signaler, entre autres aperçus relatifs à la distribution des

conditions physiques à la surface du globe, une observation dont il revendique la priorité : à savoir que les troubles atmosphériques qui, dans nos régions, accompagnent toujours le moment des équinoxes, résultent de l'inversion que doit subir alors la distribution des isobares, puisque les centres de pression, établis en été sur les océans, doivent se transporter en hiver sur les continents. Il se croit également le droit d'insister sur la formule qu'il a donnée pour caractériser le mode d'action des puissances de la nature, en établissant que chacune d'elles a des phases très courtes de grande activité, séparées par de longs intervalles de repos presque absolu; conception qui permet de tenir une juste balance entre les excès de l'école *uniformitaire* et les exagérations non moins justement reprochées à la doctrine des *cataclysmes*.

Cours de Minéralogie.

Après qu'il eut terminé la première édition de sa *Géologie*, M. de Lapparent fut prié par ses élèves de publier le *Cours de Minéralogie*, qu'il professait depuis six ans à l'Institut catholique de Paris, et dont l'équivalent écrit n'existait nulle part. En effet, le professeur s'était donné pour tâche de faire pénétrer, dans la préparation à la licence ès sciences physiques, les doctrines cristallographiques de Bravais, si bien complétées par M. Mallard, mais en les présentant sous la forme la plus élémentaire qu'il fût possible de leur donner. Il voulait aussi, du même coup, faciliter aux géologues l'accès ou tout au moins l'intelligence des méthodes optiques de la pétrographie moderne. Tout cela était nouveau et ne pouvait être cherché dans aucun ouvrage élémentaire existant.

La publication du *Cours* eut lieu à la fin de l'année 1883. A cette occasion, l'auteur fit connaître la méthode, essentiellement géologique, qu'il avait appliquée dans le rangement de sa collection d'enseignement, où les espèces ont été classées, non d'après les caractères chimiques dominants, mais avant tout d'après le rôle qu'elles jouent dans la constitution de l'écorce terrestre. Cette méthode étonna tout d'abord par son originalité; mais elle paraît avoir été de mieux en mieux comprise depuis lors, et le nombre s'accroît chaque jour de ceux qui veulent bien confesser à quel point elle leur paraît propre à faciliter, chez les élèves, l'effort nécessaire pour retenir la composition chimique des principales espèces.

A peine le *Cours de Minéralogie* avait-il paru que l'auteur recevait un témoignage aussi inattendu pour lui qu'enviable. La Société française de

Minéralogie l'élevait au poste de premier vice-président, pour le porter l'année suivante à la présidence. L'œuvre avait eu la chance de paraître juste au moment où le progrès des études optiques venait de remettre en question le système cristallin de la plupart des espèces, rendant ainsi surannés presque tous les ouvrages de Minéralogie déjà publiés. Le *Cours* fut donc adopté, aussi bien à l'étranger qu'en France, par un grand nombre d'établissements d'enseignement supérieur, et une seconde édition devint nécessaire en 1889. Mieux encore que pour la Géologie, ç'a été l'occasion d'une refonte complète. La partie optique a reçu de nouveaux développements et l'auteur, utilisant les beaux Mémoires que, dans l'intervalle, M. Mallard avait publiés à diverses reprises, a pu présenter, sur les groupements cristallins, l'isomorphisme et le polymorphisme, un essai succinct de synthèse, susceptible de se résumer dans deux curieuses propositions : d'abord que la nature, par une sorte de *tolérance* systématique, admet des matériaux légèrement dissemblables à la constitution d'un même édifice minéral; ensuite que, par des combinaisons d'individus de même espèce, qui réalisent la conquête d'une symétrie supérieure à celle de chacun d'eux, elle semble s'ingénier à placer les minéraux dans les conditions les plus propres à garantir leur résistance aux agents extérieurs de destruction. De la sorte, les lois des groupements cristallins pourraient être considérées comme une simple conséquence du *principe de la moindre action*.

Le *Traité de Géologie* et le *Cours de Minéralogie* ont valu à l'auteur, en 1885, la première application du prix Delesse, décerné par l'Académie des Sciences sur le rapport de M. Daubrée. Par la diffusion qu'ont reçue ces deux ouvrages, M. de Lapparent n'a pas eu seulement la satisfaction d'étendre sensiblement le rayon de l'influence scientifique française. De nombreux témoignages l'autorisent encore à penser qu'il ne s'est pas employé en vain à la propagation de ces conceptions générales, sans lesquelles la science risque d'être un simple catalogue de faits, dépourvus de liens mutuels. Ouvrir des horizons, éveiller des idées, dût-on ne pas rencontrer du premier coup les formules les plus exactes, tel est le but que l'auteur de ces deux livres a constamment poursuivi. La mise en évidence de l'ordre dans la nature a été sa préoccupation dominante, qui se traduit assez visiblement quand, au début du *Traité*, la Géologie est définie « la connaissance de l'ordre suivant lequel les matériaux du globe terrestre ont été disposés dans le temps et dans l'espace ».

En outre, pour faciliter l'accès de ces notions à ceux qui ne seraient pas encore en mesure d'en aborder l'étude détaillée, M. de Lapparent les a

résumées dans deux ouvrages élémentaires, publiés l'un en 1886, l'autre en 1888, un *Abrégé de Géologie* et un *Précis de Minéralogie*.

La Géologie en chemin de fer.

C'est aussi parmi les ouvrages didactiques que doit se ranger la *Géologie en chemin de fer*. L'auteur y a poursuivi un double but : d'abord il a cherché à mettre les géologues de profession en état d'utiliser leurs voyages, en leur signalant les particularités qui distinguent toutes les routes suivies depuis Paris jusqu'aux extrémités du bassin; mais surtout il a voulu montrer à quel point la connaissance de la Géologie était indispensable à l'intelligence des formes extérieures du sol. Préparé, par ses travaux sur le pays de Bray, à suivre dans le détail cette intéressante relation, qui l'avait constamment préoccupé dans ses nombreuses courses sur le terrain, il s'est efforcé de faire revivre, en donnant la caractéristique précise de chacun d'eux, tous les *pays* de l'ancienne France, du moins pour la moitié septentrionale de notre territoire. C'est la première fois que ces régions, connues de tout le monde par leurs noms, et pourtant à peine esquissées par les géographes, telles que la Beauce, la Brie, le Hurepoix, le Vexin, le Tardenois, le Soissonnais, le Valois, etc., ont reçu une définition rigoureuse, qui en relie la connaissance à celle de toutes les vicissitudes géologiques du sol français. Par là, l'auteur se flatte d'avoir rendu un réel service à l'enseignement de la Géographie, en signalant, avec plus de force qu'on n'avait encore fait, la nécessité de son union intime avec la Géologie.

Enseignement, Collections, etc.

Depuis quinze ans, M. de Lapparent professe, à l'Institut catholique de Paris, un cours de Géologie et un cours de Minéralogie. Les nécessités multiples de ce double enseignement l'ont amené, dès le début, à former, par un travail exclusivement personnel, comprenant aussi bien la réunion des échantillons que leur mise en œuvre, une collection dont la valeur didactique n'est pas contestée. Beaucoup moins riche assurément que les grandes collections publiques de Paris (elle se compose de 1600 minéraux, de 800 roches et de 36000 fossiles), celle-ci offre du moins l'avantage de réunir, dans une seule salle, tout ce que peuvent vraiment réclamer les besoins d'une Faculté proprement dite. En outre, elle présente les objets,

tous exposés sous vitrines et étiquetés de la main du professeur, dans un ordre particulièrement méthodique, accentué par de nombreuses indications écrites, qui en font l'équivalent d'un véritable cours pour les yeux.

Les principaux fossiles de cette collection ont été dessinés, à l'intention des candidats à la licence, par M. P. Fritel, dans un *Album de fossiles caractéristiques,* dont M. de Lapparent a dirigé la publication en 1887 et 1888, et qui comprend quarante-deux planches, représentant près de douze cents espèces.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

DES PRINCIPALES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DE M. DE LAPPARENT.

I. — OUVRAGES.

Traité de Géologie, deuxième édition, Paris, 1885; 1 vol. gr. in-8° de XVI-1504 pages, avec 666 gravures.

Abrégé de Géologie, Paris, 1886; 1 vol. in-18 de VIII-348 pages, avec 126 gravures et une carte en couleur.

Cours de Minéralogie, deuxième édition, Paris, 1890; 1 vol. gr. in-8° de 650 pages, avec 598 gravures et une planche chromolithographiée.

Précis de Minéralogie, Paris, 1889: 1 vol. in-18° de XII-384 pages, avec 335 gravures et une planche coloriée.

La Géologie en chemin de fer, Paris, 1888; 1 vol. in-18° de 600 pages, avec 2 cartes chromolithographiées.

Fossiles caractéristiques des terrains sédimentaires, dessinés sous la direction de M. de Lapparent, par P. Fritel. 3 albums de 42 planches, représentant 1185 fossiles.

Le Pays de Bray, Paris, 1879: 1 vol. in-4° de 178 pages, avec une carte et 4 planches de coupes.

II. — PUBLICATIONS INSÉRÉES DANS DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

1° Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

Tome LXIV (1872), p. 969. — *Note sur l'âge du soulèvement du pays de Bray.*

Tome LXXXIV (1877), p. 1331. — *Résultat des explorations géologiques faites en 1875-1876, pour les études du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre* (en commun avec M. Potier).

Tome C (1885), p. 1095. — *Sur l'origine du limon des plateaux.*

Tome CIII (1886), p. 772. — *Sur les rapports de la Géodésie avec la Géologie.*
— P. 1040. — *Sur les conditions de forme et de densité de l'écorce terrestre.*

Tome CIV (1887), p. 722. — *Recherches sur la contraction du rayon terrestre depuis la formation de l'écorce solide.*

Tome CVIII (1889), p. 149. — *Sur la relation des roches éruptives acides avec les émanations solfatariennes.*

— P. 369. — *Sur l'origine des roches éruptives.*

Tome CXI (1890), p. 542. — *Note sur les roches porphyriques de l'île de Jersey.*

2° Bulletin de la Société géologique de France.

Deuxième série, tome XXIV, p. 228. — *Note sur la géologie du pays de Bray.*

— P. 777. — *Procès-verbal de la réunion extraordinaire de Paris.*

Tome XXV, p. 284. — *Note sur l'extension du terrain crétacé inférieur dans le nord du bassin parisien.*

— P. 560. — *Rapport sur les progrès récents de la Géologie.*

— P. 868. — *Sur l'étage de la gaize.*

Tome XXVI, p. 716. — *Discours sur les récents progrès de la Géologie.*

Tome XXIX, p. 82. — *Observations sur les assises inférieures de l'éocène dans le bassin de Paris.*

— P. 231. — *Sur le soulèvement du pays de Bray et l'ouverture de la vallée de la Seine.*

— P. 333. — *Sur un poudingue manganésifère observé dans le pays de Bray.*

Troisième série, tome I, p. 289. — *Sur les variations de composition du terrain crétacé dans le pays de Bray.*

Tome II (1873), p. 82. — Note sur l'ouvrage de M. Moissenet, intitulé : « *Parties riches des filons* ».

— P. 121. — *Note sur la découverte du terrain carbonifère, faite à Saint-Nicolas de Rougemont par l'abbé Raboisson.*

Tome III, p. 134. — *Note sur les gisements de sable et d'argile plastique du Vermandois et du Cambrésis.*

— P. 146. — *Note sur l'étage oolithique inférieur dans le département des Ardennes.*

— P. 343. — *Notice biographique sur Ferdinand Bayan.*

— P. 688. — *Sur l'aachénien.*

Tome IV, p. 348 — *Note sur la relation des failles et des gisements éocènes du nord de la France avec l'argile à silex.*

Tome V, p. 569. — *Note sur le bassin silurien de Mortain.*

Tome VI, p. 143. — *Sur le granite du mont Saint-Michel et sur l'âge da granite de Vire.*

Tome VII, p. 315. — *Note sur l'ouvrage de M. Struckmann,* intitulé : « *le Jura supérieur des environs de Hanovre* ».

— P. 346. — *Sur la disposition générale des reliefs du globe terrestre.*

— P. 613. — *Le terrain crétacé inférieur des Ardennes.*

Tome VIII, p. XIX. — *Rapport d'ensemble sur les travaux de la Société géologique de France depuis sa fondation.*

— P. 11. — *Note sur la pegmatite de Luchon.*

Tome VIII, p. 17. — *Note sur un gisement de trilobites découvert par M. Maurice Gourdon aux environs de Luchon.*

— P. 135. — *Note sur l'argile à silex*

— P. 365. — *Existence du terrain crétacé inférieur près de Saint-Béat.*

Tome IX, p. 343. — *Allocution présidentielle.*

Tome X, p. 306. — *Notice nécrologique sur M. Delesse.*

Tome XII, p. 284. — *Note sur les roches éruptives de l'île de Jersey.*

Tome XIII, p. 456. — *Note sur le limon des plateaux dans le bassin de Paris.*

Tome XIV, p. 368. — *Conférence sur le niveau de la mer.*

— P. 524. — *Note sur l'attraction exercée par les glaces sur les masses d'eau voisines.*

Tome XV, p. 215. — *Conférence sur les sens des mouvements de l'écorce terrestre.*

— P. 383. — *Note sur la contraction et le refroidissement du globe terrestre.*

Tome XVI, p. 181. — *Note sur le mode de formation des Vosges.*

Tome XVII, p. 282. — *Note sur le rôle des agents minéralisateurs dans la formation des roches éruptives.*

— P. 661. — *Rapport de la Commission du prix Fontannes.*

Tome XVIII, p. 351. — *De la mesure du temps par les phénomènes de sédimentation.*

3° Annales des Mines.

Sixième série, tome VI (1865). — *Mémoire sur la constitution géologique du Tyrol méridional.*

— *Revue de Géologie* (en collaboration avec M. Delesse), publiée dans les *Annales des Mines*, de 1864 à 1880, et en même temps sous la forme de Volumes annuels, au nombre de treize (IV à XVI).

16702 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.